

## BEST AVAILABLE COPY

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-254662

(43)Date of publication of application : 11.09.2002

(51)Int.Cl. B41J 2/16  
B41J 2/05

(21)Application number : 2002-016080 (71)Applicant : HEWLETT PACKARD CO &lt;HP&gt;

(22)Date of filing : 24.01.2002 (72)Inventor : NIKKEL ERIC L

(30)Priority

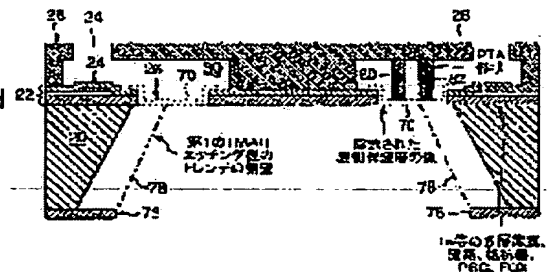
Priority number : 2001 770723 Priority date : 25.01.2001 Priority country : US

(54) TWO PROCESSES OF TRENCH ETCHING FOR FORMING COMPLETELY INTEGRATED THERMAL INK JET PRINT HEAD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a new manufacturing technique and structure for a print head which is required as a resolution and printing speed of the print head are enhanced.

SOLUTION: A monolithic print head 14 is formed using an integrated circuit technique. A thin film layer 22 including an ink jetting element 24 is formed on the upper face of a silicon substrate 20. Etching is subjected to a variety of layers, and a conductive lead 25 to the ink jetting element is formed therein. At least one ink supply hole 26 is penetrated into the thin film layer and formed in each ink jetting chamber. Protection layers 70 and 96 are formed on the ink supply hole. Orifice layers 28 and 85 are formed on the upper face of the thin film layer and regulate a nozzle 34 and ink jetting chamber 30. A first trench etching 78 is carried out, and a bottom face of the substrate is subjected to etching. After that, the protection layer is eliminated. A trench wall 36 is self-aligned with the ink supply hole by a second trench etching. In another embodiment, a part of a field oxide layer 46 forming the lower layer of multi-thin film layers is functioned as the protection layer inside of the ink supply hole 26 and eliminated after the second etching is finished.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.05.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-254662

(P2002-254662A)

(43) 公開日 平成14年9月11日(2002.9.11)

(51) Int.Cl.

識別記号

F 1

ターミナル(参考)

B 4 1 J 2/16

B 4 1 J 3/04

1 0 3 H 2 C 0 5 7

2/05

1 0 3 B

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2002-16080(P2002-16080)

(71) 出願人 399039580

(22) 出願日 平成14年1月24日(2002.1.24)

ヒューレット・パカード・カンパニー  
HEWLETT-PACKARD COM  
PANY

(31) 優先権主張番号 0 9 / 7 7 0 7 2 3

アメリカ合衆国カリフォルニア州バロアル  
ト ハノーバー・ストリート 3000

(32) 優先日 平成13年1月25日(2001.1.25)

(72) 発明者 エリック・エル・ニッケル  
アメリカ合衆国オレゴン州97370, フィロ  
マス, ウィットマン・ブレイス・23496

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(74) 代理人 100063897

弁理士 古谷 豊 (外 3 名)

Fターム(参考) 20057 AG33 AG14 AG15 AG46 AP31

AP32 AP33 AP34 AG02 BA13

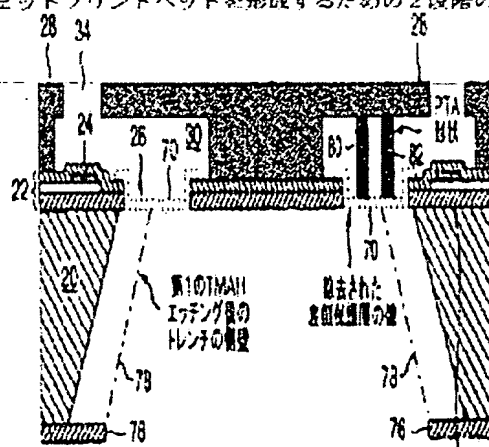
(54) 【発明の名称】 完全に一体化されたサーマル・インクジェットプリントヘッドを形成するための2段階のトレン

(57) 【要約】 子エッチング

【課題】 フ・リントヘッド”の解像度および印刷速度が上がるにつれて必要とされている新しいフ・リントヘッド”の製造技術および構造を提供すること。

【解決手段】 集積回路技術を用いてモノシリックなフ・リントヘッド

(14) が形成される。インク射出要素(24)を含む導膜層(22)が、シリコン基板(20)の上面に形成される。様々な層にエッチング”が施され、インク射出要素への導電リット”(25)が形成される。それぞれのインク射出チャンバ”に対し、少なくとも一つのインク供給穴(26)が導膜層を貫通して形成される。保護層(70, 96)がインク供給穴の上に形成される。オリフィス層(28, 85)が導膜層の上面に形成され、ノズル(34)及びインク射出チャンバ”(30)を規定する。第1のトレンチエッチング”(78)が実施され、基板の底面がエッチング”される。その後保護層は除去される。次に第2のトレンチエッチング”により、トレンチの壁(36)がインク供給穴に自己整合される。別の実施形態では、多層の導膜層のうち下層を形成するフィールド”酸化物層(46)の一部が、インク供給穴(26)内の保護層として機能し、第2のエッチング”が終わるとこれは除去される。



100の多層導膜層、  
酸化物層、  
PSG、FOX

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 プリント装置を形成する方法であって、プリントヘッド基板(20)を設けるステップと、前記基板の第1の表面に複数の薄層(22)を形成し、前記薄層のうちの少なくとも1つが複数のインク射出要素(24)を形成するようにするステップと、前記薄層のうちの少なくとも1つが貫通してインク供給開口部(26)を形成するステップと、前記インク供給開口部と前記基板との間に、保護層(46, 70, 96)を設けるステップと、トレンチエッチングを行うための前記基板の第2の表面をマスキング(76)するステップと、前記基板の前記第2の表面をエッチングして、第1のトレンチ部(78)を形成するステップと、前記保護層を、少なくとも前記インク供給開口部と前記基板との間で除去するステップと、前記基板の前記インク供給開口部を通して露出した部分をさらにエッチングして、前記トレンチ(36)のエッジを実質的に前記インク供給開口部に自己整合させるステップと、からなる方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はインクジェットプリンタに関し、より詳細には、インクジェットプリンタ用のモノリシックプリントヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】 インクジェットプリンタは、一般に、プリンタに供給される紙の幅を横切るように往復して走査するキャリッジに取り付けられたプリントヘッドを有する。インクリザーバがキャリッジに搭載されている場合またはキャリッジの外側にある場合、いずれの場合であっても、インクリザーバからのインクは、プリントヘッド上のインク射出チャンバへ供給される。それぞれのインク射出チャンバは、ヒータ抵抗器や圧電素子などのインク射出要素を含み、これらは独立に動作させることが可能になっている。インク射出要素に通電することによって、ノズルを通してインク滴が射出され、媒体上に小さなドットが生成される。生成されたドットのパターンは、画像またはテキストを形成する。

【0003】 本願の出願人に譲渡されその参照によって本明細書に組み込まれるSteven Steinfield他による「Stable Substrate Structure For A Wide Swath Nozzle Array In A High Resolution Inkjet Printer」という題された米国特許番号第5,648,806号には、特定の1タイプのプリントヘッドおよびインクジェットプリンタに関するさらなる情報が見られる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 消費者市場の厳しい要求を満たすためにプリントヘッドの解像度および印刷速

度が上がるにつれて、新しいプリントヘッドの製造技術および構造が必要とされている。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本明細書は、集積回路技術を用いて形成されるモノリシックプリントヘッドを説明する。シリコン基板の上面に、抵抗層を含む薄層が形成される。これら様々な層がエッチングされて、ヒータ抵抗器要素への導体が形成される。抵抗器要素の代わりに、圧電素子を用いてもよい。

【0006】 それぞれのインク射出チャンバについて、少なくとも1つのインク供給穴（インク供給開口部）が薄層を貫通して形成される。一実施形態では、インク供給穴領域の上に保護層が堆積される。

【0007】 薄層の上面にオリフィス層が形成されて、ノズルおよびインク射出チャンバを規定する。一実施形態では、オリフィス層を形成するのに、光によって規定可能な材料が用いられる。

【0008】 基板の底面に、トレンチマスクが形成される。トレンチは、基板の露出した底面を貫通してエッチングされる（例えば、TMAHを用いて）。トレンチは、基板のうちのインク供給穴の下方面にある部分を、エッチングによって完全に取り除く。保護層によって、TMAHが表側からインク供給穴を通して基板をエッチングすることが防止される。

【0009】 次に保護層を除去し、第2のトレンチエッチングを行う。TMAH溶液は、基板のうちのインク供給穴を通して露出した部分をエッチングによって取り除く。第2のトレンチエッチングは、本来的に、トレンチのエッジをインク供給穴に整合させる。この2段階のトレンチエッチングによってトレンチマスクについての公差が緩和され、トレンチが精密に位置決めされる。これは、トレンチの側壁が、結局は薄層開口部に整合するからである。

【0010】 他の実施形態において、個別の保護層は堆積されない。その代わりに、薄層の1つとして基板の上に形成されるフィールド酸化物（F<sub>OX</sub>）層を、保護のために用いる。インク供給穴が、薄層を貫通してF<sub>OX</sub>層までエッチングされる。前の実施形態と同様に、第1のトレンチエッチングが施される。F<sub>OX</sub>層のうちのインク供給穴領域にある部分が、バッファード酸化物エッチングで除去される。次に第2のトレンチエッチングが施され、これによって、トレンチの側壁が薄層開口部に自己整合する。この工程は、個別の保護層を用いる前の実施形態よりも経済的である。

【0011】 結果として得られる完全に統合されたサーマルインクジェットプリントヘッドは、構造全体がモノリシックなため、非常に精密な公差で製造することが可能であり、次世代のプリントヘッドについての要求を満たしている。

【0012】 この工程は、プリントヘッド以外の装置に

開口部を形成するのに用いることもできる。

【0013】

【発明の実施形態】図1は、本発明のプリントヘッド構造を組み込むことのできるインクジェットプリントカートリッジ10の1つの斜視図である。図1のプリントカートリッジ10は、その本体12内にかなりの量のインクを含むタイプであるが、他の好適なプリントカートリッジとしては、プリントヘッドに搭載されているかまたは管によってプリントヘッドに接続されている外部インク供給源からインクを受け取るタイプであってもよい。

【0014】インクはプリントヘッド14に供給される。以下で詳述するプリントヘッド14は、インク射出要素を含むそれぞれのインク射出チャンバ内へインクを流し込む。接点16に電気信号が供給されてインク射出要素を個別に通電し、関連するノズル18を通してインク滴が射出される。従来のプリントカートリッジの構造および動作は、非常によく知られている。

【0015】図2は、図1のプリントヘッドを2-2線に沿って切った部分断面図である。1つのプリントヘッドは、300個以上のノズル及びそれに関連するインク射出チャンバを有することができるが、本発明を理解するためには、1つのインク射出チャンバのみの詳細を説明すればよい。当業者にはまた、複数のプリントヘッドが単一のシリコンウェハ上に形成され、従来技術を用いて互いから分離されるということも理解されるはずである。

【0016】図2において、シリコン基板20の上に様々な薄膜層22が形成されている。これについては、以下で詳細に説明する。薄膜層22には、抵抗器24を形成するための抵抗層が含まれる。その他の薄膜層は、基板20からの絶エッジ、ヒータ抵抗器要素から基板20への熱伝導経路の提供、抵抗器要素への導体の提供など様々な機能を果たす。一つの導体が、抵抗器24の一端に通じていることが示されている。同様の導体が、抵抗器24の他端にも通じている。実際の実施形態においては、チャンバ内の抵抗器および導体は上の層に覆い隠される。

【0017】薄膜層22を完全に貫通してインク供給穴26が形成される。1つのチャンバに複数の穴を形成することができる。代わりに、インク射出チャンバ30の並びに対して共通のインクチャネルを設けるためオリフィス層28にマニホールドを形成してもよい。

【0018】薄膜層22の表面上にオリフィス層28が堆積されエッチングされて、1個の抵抗器24当たり1個のインク射出チャンバ30を形成する。ノズル34は、従来の写真平板技術を用いて形成してもよい。

【0019】シリコン基板20をエッチングして、インク供給穴26の行の並びの長さ方向に沿って延びるトレンチ36を形成し、インクリザーバからのインク38が

インク供給穴26に入り、インク射出チャンバ30へインクを供給することができるようになっている。後述する2段階のエッチング工程は、トレンチ36のエッジをインク供給穴26と精確に整合させるために用いられる。

【0020】一実施形態において、それぞれのプリントヘッドは長さが約1/2インチであり、2つのオフセットされたノズルの行を含む。それぞれの行は150個のノズルを含み、1個のプリントヘッド当たり全部で300個のノズルがある。したがってプリントヘッドは、ノズルの行の方向について、シングルパスで1インチ当たり600ドット(600 dpi)の解像度で印刷することができ、マルチパスではそれよりも高い解像度で印刷することができる。また、プリントヘッドの走査方向についても、それよりも高い解像度で印刷することができる。本発明を用いて1200 dpi以上の解像度を得ることができる。

【0021】動作について述べると、ヒータ抵抗器24に電気信号が供給され、これによってインクの一部が気化され、インク射出チャンバ30内に気泡が形成される。この気泡は、関連するノズル34を通して媒体上へインク滴を進ませる。そして、インク射出チャンバ30は、毛管作用によって再補充される。

【0022】図3は、図2のプリントヘッドを下から見た図であり、プリントヘッドに形成された2つの平行なインク射出チャンバのアレイが示されている。2行のインク射出チャンバ30は、オフセットされてもよい。様々な図において同じ数字で示す要素は、同様または同一のものであってもよい。

【0023】トレンチよりも上にある棚状の薄膜層は、限と呼ばれる。この限の幅を、図3において破線40で示す。図2のプリントヘッドを形成する特定の手法は、2段階のトレンチエッチング工程を用いる。第1のトレンチエッチングの結果、破線42で示す限幅になるが、これは最終的な限幅40よりも狭い。後述するように、これによって、第1のトレンチエッチング用のマスクを、きわめてゆとりのある公差にすることができ、第2のトレンチエッチングの後、トレンチの側壁は、薄膜層により規定されるインク供給穴26に自己整合される。

【0024】図4は、図2の4-4のラインに沿って切った断面図であり、第2の行のインク射出チャンバを含めたプリントヘッドの補足的な部分を示している。抵抗器24を含む薄膜層22が簡略化されて示されている。図4のさらなる詳細については、図5および図6A~Gに関連して説明する。

【0025】図5は、図2の4-4のラインに沿って切った断面図であり、単一のインク射出チャンバと、これに関連するプリントヘッドの構造を示している。図5は個々の薄膜層の一実施形態を示しており、図6A~G

は、図2～5のプリントヘッドを製造するのに用いる様々な工程を示す。特に言及しない限り、これらの工程には、従来の堆積、マスキング、およびエッチング等の工程が用いられる。

【0026】図6Aにおいて、結晶方位が<100>のシリコン基板20が、真空チャンバ内に配置される。バルクシリコンは、厚さが約675μmである。

【0027】従来の技術を用いて、シリコン基板20の上に厚さが1.2μmのフィールド酸化物層46が形成される。次に、従来の技術を用いて、フィールド酸化物層46の上に厚さ0.5μmのPSG（燐酸シリケートガラス）層48が堆積される。

【0028】従来の写真平板技術を用いて、PSG層48の上にマスク49が形成される。マスク49は、図3および図7にも示されている。次に、従来の反応性イオンエッチング（RIE）を用いて、PSG層48をエッチングし、PSG層48を、次に形成するインク供給穴から引込めしておく。これによって、PSG層48がインクから保護される。

【0029】PSG層48の代わりにBPSGまたはTEOS（BTEOS）層を用い、層48と同様の方法でエッチングを施してもよい。

【0030】図6Bにおいて、マスク49が除去され、次にPSG層48上に、例えば厚さ0.1μmのタンタルアルミニウム（TaAl）などの抵抗層50が堆積される。また、他の既知の抵抗層を用いることもできる。次に、AlCuの導電層25が、TaAlの上に堆積される。マスク54が堆積されて従来の写真平板技術を用いてパターニングされ、従来のIC製造技術を用いて導電層25および抵抗層50がエッチングされる。別のマスキングおよびエッチング工程（図示せず）を用いて、図2に示すように、AlCuのうちのヒータ抵抗器24の上にある部分が除去される。結果として得られるAlCuの導体は、図6A～Gの視界外にある。

【0031】導電層25と抵抗層50をエッチングすることによって、第1の抵抗器寸法（例えば、幅）が規定される。第2の抵抗器寸法（例えば、長さ）は、導電層25をエッチングし、抵抗部が導電トレースに2つの端部で接触するようにすることによって規定される。抵抗器および導体を形成するこの技術は、当該分野において周知である。導電トレースは、プリントヘッドの中央を横切っては延びず、エッジに沿って延びるように形成される。基板20上には、通電信号を抵抗器24に供給する適切なアドレス指定回路およびパッドが設けられる。

【0032】図6Cにおいて、抵抗器24および導電層25の上に、厚さ0.5μmの窒化ケイ素層56を形成する。この層は、絶縁およびパッシベーションを行う。

【0033】窒化ケイ素層56上に、厚さ0.25μmの炭化ケイ素層58を形成して、さらなる絶縁およびパッシベーションを行う。窒化ケイ素層56および炭化ケ

イ素層58によって、PSG層48がインクおよび腐食液から保護されることになる。窒化ケイ素や炭化ケイ素の代わりに、他の絶縁体層を用いてもよい。

【0034】次に、これらのパッシベーション層はマスキングされ（視界外）、従来の技術を用いてエッチングされて導電層25の一部が露出され、後に接地線を設けるための金の導電層に電気的に接触される。

【0035】次に、炭化ケイ素層58上に、タンタル（Ta）の気泡キャビテーション層60が形成される。タンタル層60上には、金（Au）62が堆積されてエッチングされ、導電層25のトレースのうち特定の1つに電気的に接続された接地線を形成する。接地線は、基板20のエッジに沿ったボンディングパッドにより露出される。

【0036】AlCuおよび金の導体は、基板表面上に形成されたトランジスタに結合してもよい。このようなトランジスタは、前述の米国特許第5,648,806号において説明されている。

【0037】図6Dにおいて、マスク66がパターニングされ、露出された導電層の一部がエッチングにより取り除かれ、インク供給穴26（図2）が形成される。または、様々な導電層を形成するときにマスキング及びエッチングインクを行い、複数のマスキング及びエッチング工程を用いて供給穴をエッチングすることもできる。

【0038】次に、異方性エッチングを用いて、各導電層がエッチングされる。このインク供給穴エッチング工程は、いくつかのタイプのエッチング（RIEまたはウェットエッチング）を組み合わせたものであってもよい。各導電層をエッチングして貫通する方法は、従来のIC製造技術を用いてもよい。エッチングが行われた後のウェーハが、図6Eに示されている。

【0039】図2のトレレンチ36を形成するとき、裏側のトレレンチマスクを完全にインク供給穴26に整合させることは困難である。後述する製造工程は、トレレンチ36をインク供給穴26に整合させる技術を含む。

【0040】図6Fにおいて、従来の写真平板技術を用いて、表側の保護層70が堆積され形成される。一実施形態において、保護層70は、バッファード酸化物エッチング（BOE）で素早く容易に除去することができるほど充分薄い。約15時間のトレレンチエッチングの間TMAH（水酸化テトラメチルアンモニウム）の腐食液への露出に耐えることができるほど充分厚い厚さ（例えば、1000オングストローム=100nm）のプラズマTEOSである。保護層70は、酸化物、窒化物、および酸窒化物を含む、任意の適切な材料であってもよい。この操作を行うためのマスクは、インク供給穴のマスクを反転させたものであるが、それよりもわずかに大きくなっていて、インク供給穴の開口部全体が保護層70に覆われることを保証している。保護層70のマスクの境界を図3に示す。

【0041】図6Gを参照して、次にオリフィス層28が堆積して形成される。オリフィス層28は、SU8と呼ばれるスピンコートしたエポキシで形成されてもよい。またはオリフィス層28は、張り合わせやスクリーン印刷で形成してもよい。一実施形態において、このオリフィス層は約20 $\mu$ mである。インク射出チャンバ30（図2）およびノズル34は、写真平板によって形成される。一つの方法としては、半照射量の紫外線放射を用いる第1のマスクによって、ノズル34が形成される位置を除いてSU8の上面が「硬化」させられる。次に、全照射量の紫外線を用いる第2のマスクによって、ノズル34またはインク射出チャンバ30のいずれも形成されない領域において、SU8が露光される。これら2回の露光の後、SU8は現像され、硬化した部分は残るが、SU8のノズル部分及びインク射出チャンバ部分は除去される。

【0042】薄膜層および形成したオリフィス層28が図4に示されている。

【0043】次に、従来の技術を用いてウェーハの裏側をマスクングし（マスク76によって）、ウェーハの裏側のうちの、TMAHのトレンチエッチングを行う部分を露出する。裏側のマスク76は、従来の写真平板技術を用いて形成したFOMのハードマスクであってもよい。ウェーハを、ウェットなTMAH腐食液に浸漬する。それによって、図4に示すような斜めの断面が形成される（破線78で示される）。この第1のエッチングは、FOM層46および保護層70を貫通してエッチングするのに十分な時間だけ行われる。この第1のエッチングの後、トレンチの壁のうちの破線78の部分は、上へ延びてインク供給穴領域内に入る。その結果得られるトレンチの壁間の膜幅は、図3に破線42で示される。トレンチ幅は、典型的には200 $\mu$ mよりも狭く、一実施形態において、20~60 $\mu$ mの間である。裏側のマスクングは、整合ずれに対して大きなマージンがある。このような整合ずれがあると、通常は、インク供給穴の領域が制限され、プリントヘッドの流体特性に悪影響を及ぼしてしまう。しかし、後述の工程によって、このような整合ずれの悪影響が回避される。

【0044】次に、このウェーハはBOE溶液内に置かれ、BOE溶液によって保護層70が除去される。取り除かれた保護層70の像が、図4に示されている。

【0045】次にウェーハには、再びTMAHウェットエッチングが行われる。このエッチングにおいては、腐食液は、シリコンのうちインク供給穴26を通して露出した部分に接触する。これによって、本来的に、図4に示すようなインク供給穴26のエッジに自己整合した斜めのエッチングが行われる。この第2のトレンチエッチングの間、トレンチはインク供給穴のエッジに達するまで急速に幅が広がる。図3および図4は、意図的にインク供給穴26に関して整合がずれた（図3の線42を参

照されたい）第1のトレンチエッチングを示しており、第2のエッチングの後に得られるトレンチが、インク供給穴に整合したエッジを有することを示している（図3の線40を参照されたい）。

【0046】一実施形態において、トレンチ36は、インク射出チャンバの行方向の長さまで延びている。ウェットまたはドライであれ、種々のエッチング技術のうちのいずれを用いてもよい。ドライエッチングには、例えばXeF<sub>2</sub>やSiF<sub>6</sub>が含まれる。適切なウェットエッチングには、例えばエチレンジアミンピロカチコール（EDP）、水酸化カリウム（KOH）、およびTMAHが含まれる。他のエッチングもまた、用いることができる。これらのうちのいずれか一つまたはこれらの組み合わせも、この用途に用いることができる。

【0047】結果として得られたウェーハは次に切断されて、個々のプリントヘッドが形成される。プリントヘッド上の導体への電氣的アクセスには、フレキシブル回路が用いられる。結果として得られる装置は、次に、図1に示されるように、プラスチックのプリントカートリッジに取り付けられ、プリントヘッドはプリントカートリッジ本体に関してシールされ、インク漏れが防止される。

【0048】薄膜層の形成のさらなる詳細については、本願の出願人に譲渡されその参照によって本明細書に組み込まれる、Naoto Kawamura他による1999年8月27日出願の「Fully Integrated Thermal Inkjet Printhead Having Thin Film Layer Shelf」と題された米国特許出願第09/384,817号において見ることができ

る。

【0049】一実施形態において、オリフィス層28はまた、比較的大きなインク粒子がチャンバ30内に入ることを防止するための柱80、82（図4）も提供するように形成される。図3は、それぞれのチャンバについてこのような柱を4つ、輪郭を破線で示している。柱80、82は、チャンバ30を形成するのに用いるのと同じ技術で形成してもよい。

【0050】トレンチ36は、プリントヘッドの長さまで延ばすこともできるし、または、プリントヘッドの機械的強度を改善するために、プリントヘッドのインク射出チャンバの下にある部分の長さまで延ばしてもよい。基板とインクの反応が心配な場合は、パッシベーション層を基板20上に堆積してもよい。

【0051】図7および図8は、本発明の他の実施形態を示す。この実施形態は、インク供給穴部分の薄膜層のエッチングがプリントヘッドの中央部を横切るように拡張して行われること、及び、インク供給穴の境界を規定するためにオリフィス層85が用いられることを除外すれば、図4~図6Gに示す各工程とほぼ同一の工程により形成される。

【0052】図7からわかるように、インク供給穴のマ

スク８６は、２つの互いに対向するインク射出チャンバ３０の間に延びており、表側の保護マスク８８のほうがわずかに大きい。幅の狭い薄膜の壁が、プリントヘッドの中央部におけるエッチングされた領域同士を分離している。

【００５３】図９および図１０は、図７および図８の構造の変形を示しており、エッチングにより形成されるインク供給穴のマスク９２は、薄膜層２２に大きな中央の長方形開口部９８を形成するのに用いられる。表側の保護マスク９４は、保護層９６（図１０）を形成するのに用いられる。オリフィス層８５は、インク供給穴の境界の一部を形成する。

【００５４】図１１および図１２は、上述の各工程の変形を示しており、この例では、個別の保護層は形成しない。この工程において、ＦＯＸ層４６（図６Ａにも示す）がインク供給穴領域の保護層として機能する。図７および図８とは対照的に、薄膜層は、従来の技術を用いて、ＦＯＸ層４６までしかエッチングされない。第１のトレンチエッチングを行った後、トレンチの壁７８は、インク供給穴に大まかに整合させられるのみである。次に、ＢＯＥまたはその他の適切なエッチングを用いて、露出しているＦＯＸ層４６を除去する（除去されたＦＯＸ層の輪郭は、図１２に点線で示される）。前述と同様に、第２のトレンチエッチングが実施され、その結果、トレンチの壁が薄膜開口部に整合させられる。インク供給穴のマスク８６は、図７と同様のものが示されているが、図３および図９のインク供給穴のマスクを用いることもできる。図１１および図１２の工程では、個別の保護層を形成する必要がないため、ウェーハ処理においてかなりの費用が節約される。

【００５５】トレンチの壁の上に突き出ている棚状の短い壁を、様々な図において示し、第２のエッチングの時間が決定的に重要なものではないということを示している。トレンチの壁がエッチングされ、薄膜開口部を通過すると、基板のエッチングは大幅に遅延される。

【００５６】集積回路製造の当業者であれば、本明細書で説明されるプリントヘッド構造を形成するのに、様々な技術が用いられることが分かるであろう。本発明の利点が見られるならば、薄膜層やそれらの厚さは様々なものであってもよいし、なくてもよい層もある。さらなるインク供給穴のパターンもまた考えられる。

【００５７】図１３は、本発明を組み込むことができるインクジェットプリンタ１３０の一実施形態を示している。インクジェットプリンタの数々ある他の設計もまた、本発明と共に用いることができる。インクジェットプリンタのさらなる詳細については、その参照によって本明細書に添用されるNorman Pawlowski他による米国特許番号第５、８５２、４５９号において見られる。

【００５８】インクジェットプリンタ１３０は、紙１３４を収容する入力トレイ１３２を有する。紙１３４は、

印刷されている間、ローラ１３７を用いてプリント領域１３５を通して送られる。次に、紙１３４は出力トレイ１３６に送られる。可動キャリッジ１３８はプリントカートリッジ１４０～１４３を保持しており、これらはそれぞれ、シアン（Ｃ）、ブラック（Ｋ）、マゼンダ（Ｍ）、およびイエロー（Ｙ）のインクを印刷する。

【００５９】一実施形態において、交換式インクカートリッジ１４６内のインクが、柔軟性を有するインク管１４８を経由してそれぞれ関連するプリントカートリッジに供給される。また、プリントカートリッジは、かなりの量の流体を保持するタイプであってもよく、再補充可能であっても再補充可能でなくともよい。他の実施形態では、インク供給源はプリントヘッド部とは分離されており、キャリッジ１３８のプリントヘッドに取り外しできるように取り付けられる。

【００６０】キャリッジ１３８は、従来のベルトと滑車のシステムにより走査方向に沿って移動され、移動ロッド１５０に沿って移動する。他の実施形態では、キャリッジは静止式であり、静止したプリントカートリッジのアレイが、移動する紙の上に印刷を行う。

【００６１】従来の外部コンピュータ（例えば、ＰＣ）からの印刷信号が、プリンタ１３０によって処理されて、印刷するドットのビットマップが生成される。このビットマップは、次に、プリントヘッドに対する発射信号へ変換される。印刷中に走査方向に沿って往復して横切るときのキャリッジ１３８の位置は、キャリッジ１３８上の光電素子により光学的エンコーダのストリップ１５２が検出されてこれによって判定される。この位置の判定により、それぞれのプリントカートリッジ上の様々なインク射出要素は、キャリッジの走査中、適切な時点で選択的に発射される。

【００６２】プリントヘッドは、抵抗式、圧電式、またはその他のタイプのインク射出要素を用いてもよい。

【００６３】キャリッジ１３８のプリントカートリッジが紙を横切って走査するとき、プリントカートリッジにより印刷されるスுவは重なり合う。１回以上の走査の後、紙１３４は出力トレイ１３６の方向へシフトされ、キャリッジ１３８は走査を再開する。

【００６４】本発明は、グリットホイール、ロールフィード、ドラムまたは真空ベルト等の技術を組み込んで印刷媒体をプリントヘッドアセンブリに対して支持及び移動させる印刷システムのような、代替的な媒体またはプリントヘッド移動機構を利用した代替的な印刷システム（図示せず）にも、同じように適用することができる。グリットホイールの設計では、グリットホイールとピンチローラが、媒体を一定方向に往復させる一方で、１つ以上のプリントヘッドアセンブリを有するキャリッジが、その方向と直交する方向に沿って媒体を走査する。ドラムプリンタの設計では、媒体は、一定方向に回転する回転ドラムに取り付けられ、１つ以上のプリントヘッ



ドアセンブリを有するキャリッジが、その方向と直交する方向に沿って媒体を走査する。ドラム の設計またはグリットホイールの設計のいずれの場合においても、走査は、一般に、図13に示すシステム のように往復させる方法で行われることはない。

【0065】単一の基板の上に、多数のプリントヘッドを形成してもよい。さらに、プリントヘッドのアレイを、1ページの幅全体にわたって配列し、プリントヘッドによる走査が不要であるようにしてもよい。その場合、紙はアレイに対して垂直にシフトするのみである。

【0066】他のカラーまたは定素材を含む追加的なカートリッジが、キャリッジに設けられてもよい。

【0067】ここまで本発明の特定の実施形態を示し説明してきたが、当業者には、本発明の広い態様において本発明から逸脱することなく変更および変形を行うことが可能であることは明らかであり、したがって、付加する特許請求の範囲は、すべてのそのような変更および変形が、本発明の真の思想および権利範囲にあるものとしてその範囲内に包含されることを意図している。

【0068】以下においては、本発明の種々の構成要件の組み合わせからなる例示的な実施形態を示す。

1. プリント装置を形成する方法であって、プリントヘッド基板(20)を設けるステップと、前記基板の第1の表面に複数の薄層(22)を形成し、前記薄層のうちの少なくとも1つが複数のインク射出要素(24)を形成するようにするステップと、前記薄層のうちの少なくともいくつかを貫通してインク供給開口部(26)を形成するステップと、前記インク供給開口部と前記基板との間に、保護層(46, 70, 96)を設けるステップと、トレンチエッチングを行うため前記基板の第2の表面をマスキング(76)するステップと、前記基板の前記第2の表面をエッチングして、第1のトレンチ部(78)を形成するステップと、前記保護層を、少なくとも前記インク供給開口部と前記基板との間で除去するステップと、前記基板の前記インク供給開口部を通して露出した部分をさらにエッチングして、前記トレンチ(36)のエッジを実質的に前記インク供給開口部に自己整合させるステップと、からなる方法。

2. 前記薄層(22)はフィールド酸化物層(46)を含み、前記保護層は、前記薄層がエッチングされて前記インク供給開口部(26)を形成した後に残される前記フィールド酸化物層の一部である、項 1の方法。

3. 前記保護層を設けるステップは、前記インク供給開口部(26)を形成した後に前記インク供給開口部に保護層(70, 96)を形成するステップを含む、項 1の方法。

4. 前記インク供給開口部(26)を形成するステップは、前記薄層(22)を完全に貫通して開口部を形成するステップを含む、項 1の方法。

5. 前記方法は、前記薄層(22)の上にオリフィス層(28, 85)を形成するステップをさらに含み、前記オリフィス層は複数のインク射出チャンバ(30)を規定し、それぞ

れのチャンバは内部にインク射出要素(24)を有し、前記オリフィス層はさらに、それぞれのインク射出チャンバのノズル(34)を規定する、項 1の方法。

6. 前記保護層(46, 70, 96)を除去する前記ステップは、ウェット腐食液を前記チャンバ(30)に入れて前記保護層をエッチングさせるようにウェットエッチングを行うステップを含む、項 5の方法。

7. 前記オリフィス層(28)の中央部は、薄層の上に重なっている、項 5の方法。

8. 前記オリフィス層(85)は、前記インク供給開口部によって部分的に形成されるインク供給穴(26)の境界を規定する項 5の方法。

9. 前記保護層(70)を設けるステップは、TEOSを堆積するステップを含む、項 1の方法。

10. 前記保護層(46, 70, 96)を設けるステップは、酸化物、窒化物、および酸窒化物からなるグループから選択された材料を堆積するステップを含む、項 1の方法。

11. 前記保護層を設けるステップは、インク供給開口部の領域よりも広い領域にわたって保護層(46, 70, 96)を形成するステップを含む、項 1の方法。

12. 前記インク供給開口部(26)を形成するステップは、それぞれのインク射出要素(24)の付近のみにインク供給開口部を形成するステップを含む、項 1の方法。

13. 前記インク供給開口部(26)を形成するステップは、前記基板(20)の中央部を横切って延びる細長いインク供給開口部(86)を形成するステップを含む、項 1の方法。

14. 前記インク供給開口部(26)を形成するステップは、前記基板(20)の中央部に長方形のインク供給開口部(92)を形成するステップを含む、項 1の方法。

15. 前記基板に直接隣接する前記薄層の下層(46)および前記保護層(46, 70, 96)は、前記基板の前記第2の表面をエッチングして前記第1のトレンチ部(78)を形成するステップに関して、エッチング停止として機能する、項 1の方法。

16. 前記基板(20)の前記第2の表面をエッチングして第1のトレンチ部(78)を形成するステップは、前記基板をTMAH溶液でエッチングして、前記第2の表面に関して斜めのトレンチエッジを形成するステップを含む、項 1の方法。

17. 製造途中のプリントヘッドであって、プリントヘッド基板(20)と、前記基板の第1の表面上に形成された複数の薄層(22)であって、前記薄層のうちの少なくとも1つが複数のインク射出要素(24)を形成するように構成される複数の薄層と、前記薄層のうちの少なくともいくつかを貫通して形成されたインク供給開口部(26)と、前記インク供給開口部と前記基板の間に設けられた保護層(46, 70, 96)と、前記基板を貫通し、前記インク供給開口部と前記基板の間の前記保護層までエッチングして形成されるトレンチ(78)であって、第2のトレンチ

エッチングの後、前記インク供給開口部と前記基板の間の前記保護層が取り除かれ、前記インク供給開口部に実質的に整合された壁を有するトレンチを形成するトレンチと、からなるプリントヘッド。

18. 前記薄膜層(22)はフィールド酸化物層(46)を含み、前記保護層は、前記薄膜層(22)がエッチングされた後に残る前記フィールド酸化物層の一部である、項番17のプリントヘッド。

19. 前記保護層(70,96)は、前記インク供給開口部(26)を形成した後に前記インク供給開口部内に形成される、項番17のプリントヘッド。

20. 前記インク供給開口部(26)は、前記薄膜層(22)を完全に貫通して形成される、項番17のプリントヘッド。

21. 前記プリントヘッドは、さらに前記薄膜層の上に形成されたオリフィス層(28,85)を含み、前記オリフィス層が複数のインク射出チャンパを規定し、前記チャンパのそれぞれが前記チャンパの内部にインク射出要素を有し、前記オリフィス層がさらに、インク射出チャンパのそれぞれに対してノズルを規定する、項番17のプリントヘッド。

22. スルーホールを形成するための方法であって、基板(20)を設けるステップと、前記基板の第1の表面に複数の薄膜層(22)を形成するステップと、前記薄膜層のうちの少なくともいくつかを貫通して、開口部(26)を形成するステップと、前記開口部と前記基板の間に、保護層(46,70,96)を設けるステップと、前記基板の第2の表面をマスキング(76)してトレンチエッチングを行うステップと、前記基板の前記第2の表面をエッチングして、第1のトレンチ部(78)を形成するステップと、前記保護層を、前記開口部と前記基板の間で除去するステップと、前記基板の前記開口部を通して露出した部分をさらにエッチングして、前記トレンチ(36)のエッジを実質的に前記開口部に自己整合させるステップと、からなる方法。

23. 前記薄膜層(22)はフィールド酸化物層(46)を含み、前記保護層は、前記薄膜層がエッチングされて前記開口部(26)を形成した後に残る前記保護層の一部である、項番22の方法。

24. 前記保護層を設けるステップは、前記開口部が形成された後に前記開口部内に保護層(70,96)を形成するステップを含む、項番22の方法。

25. 前記開口部(26)を形成するステップは、前記薄膜層(22)を完全に貫通して開口部を形成するステップを含む、項番22の方法。

26. 前記保護層(70,96)を設けるステップは、TEOSを堆積するステップを含む、項番22の方法。

27. 前記保護層(46,70,96)を設けるステップは、酸化物、窒化物、および酸窒化物からなるグループから選択される材料を堆積するステップを含む、項番22の方法。

28. 前記保護層を設けるステップは、開口部の傾斜よりも広い傾斜にわたって保護層(46,70,96)を形成するステップを含む、項番22の方法。

29. 前記基板(20)の前記第2の表面をエッチングして第1のトレンチ部(78)を形成するステップは、前記基板をTMAH溶液でエッチングして、前記第2の表面に関して斜めのトレンチエッジを形成するステップを含む、項番22の方法。

【0069】

【発明の効果】本発明は、上記のように構成することにより、非常に精密な公差で製造可能なモノシリック構造のプリントヘッドが提供できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本明細書において説明するプリントヘッドのいずれか一つを組み込むことのできるプリントカートリッジの一実施形態の斜視図である。

【図2】本発明によるプリントヘッドの一実施形態の一部の切欠き斜視図である。

【図3】図2に示すプリントヘッドを上から見た部分の部分的な透視図であり、プリントヘッドのさらなる一部を示している。

【図4】図2の4-4線に沿った断面図であり、プリントヘッドのさらなる一部を示している。

【図5】図2のプリントヘッド部を4-4線に沿って切った断面図であり、薄膜層のさらなる詳細を示している。

【図6A】製造工程における図4のプリントヘッドの一部の4-4線に沿った断面図である。

【図6B】製造工程における図4のプリントヘッドの一部の4-4線に沿った断面図である。

【図6C】製造工程における図4のプリントヘッドの一部の4-4線に沿った断面図である。

【図6D】製造工程における図4のプリントヘッドの一部の4-4線に沿った断面図である。

【図6E】製造工程における図4のプリントヘッドの一部の4-4線に沿った断面図である。

【図6F】製造工程における図4のプリントヘッドの一部の4-4線に沿った断面図である。

【図6G】製造工程における図4のプリントヘッドの一部の4-4線に沿った断面図である。

【図7】プリントヘッドの第2の実施形態を上から見た部分の部分的な透視図である。

【図8】第2の実施形態のプリントヘッドの断面図である。

【図9】図7及び図8の構造の変形を示す図であり、薄膜層を貫通して中央の長方形のインク供給領域が形成されていることを示している。

【図10】図7及び図8の構造の変形を示す図であり、薄膜層を貫通して中央の長方形のインク供給領域が形成されていることを示している。

【図 11】 図 7 及び図 8 の構造の変形を示す図であり、別個の保護層を形成する代わりに F O X 層を保護層として用いる例を示している。

【図 12】 図 7 及び図 8 の構造の変形を示す図であり、別個の保護層を形成する代わりに F O X 層を保護層として用いる例を示している。

【図 13】 媒体への印刷のための本発明のプリントヘッドを内部に取り付けることのできる従来のインクジェットプリンタを示す斜視図である。

【符号の説明】

20 シリコン基板  
22 薄膜層

24 抵抗器

26 インク供給穴

28、85 オリフィス層

30 インク射出チャンバ

34 ノズル

36 トレンチ

46 F O X 層

70、96 保護層

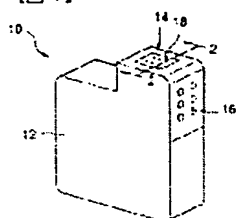
76 マスク

78 破線

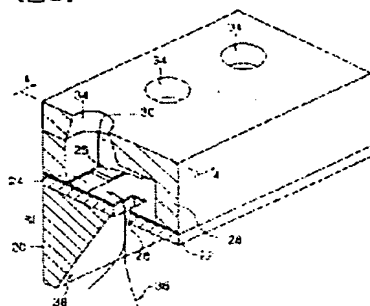
86 インク供給穴

92 インク供給穴のマスク

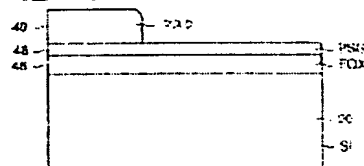
【図 1】



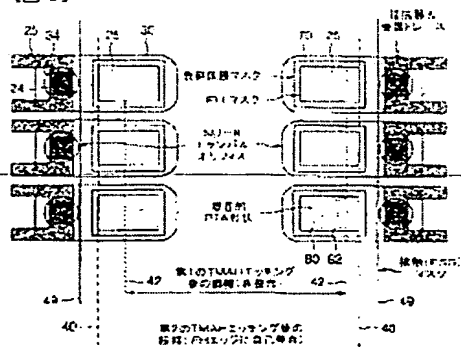
【図 2】



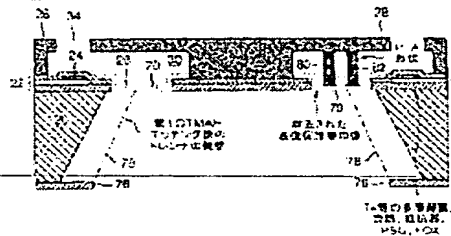
【図 6A】



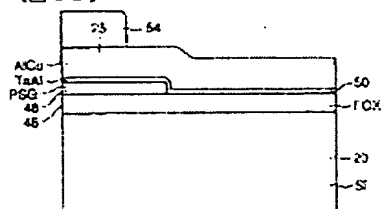
【図 3】



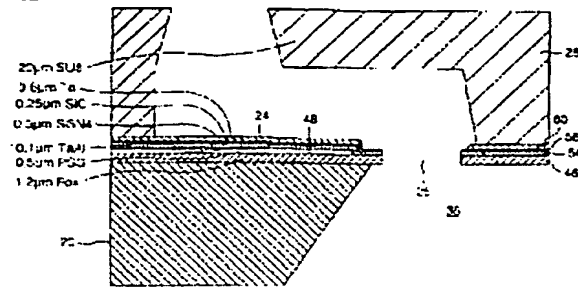
【図 4】



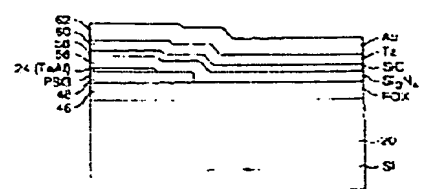
【図 6B】



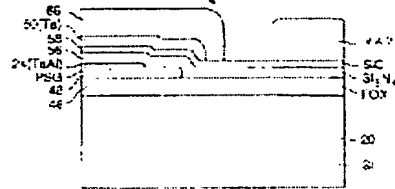
【図5】



【図5C】



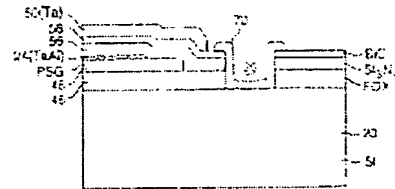
【図5D】



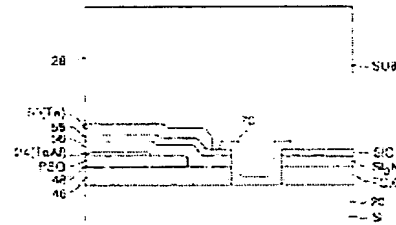
【図5E】



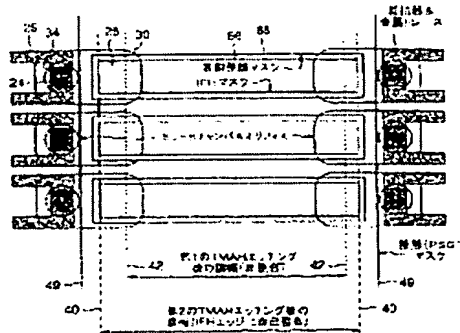
【図5F】



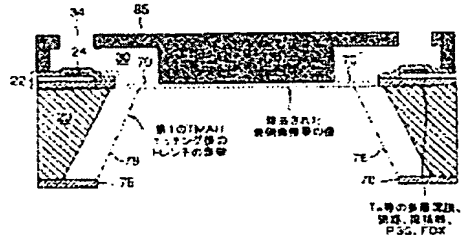
【図5G】



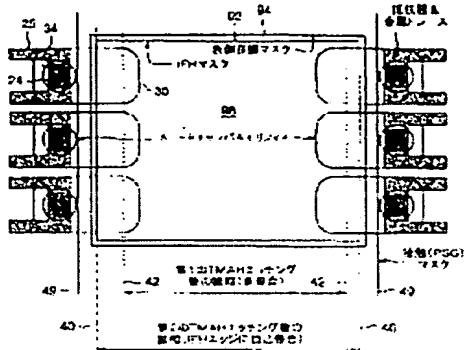
【図7】



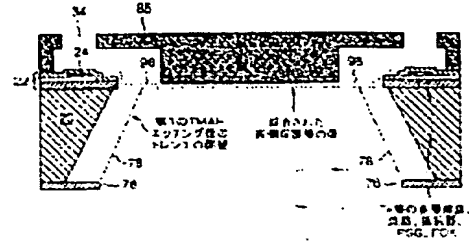
【図8】



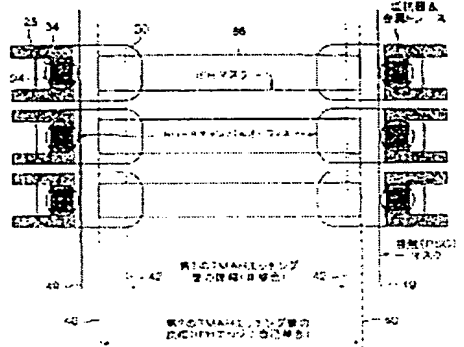
【図9】



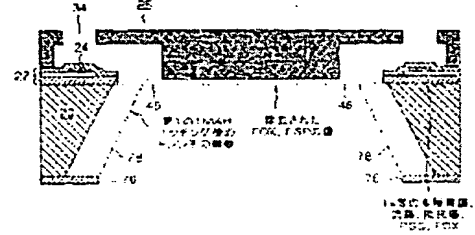
【図10】



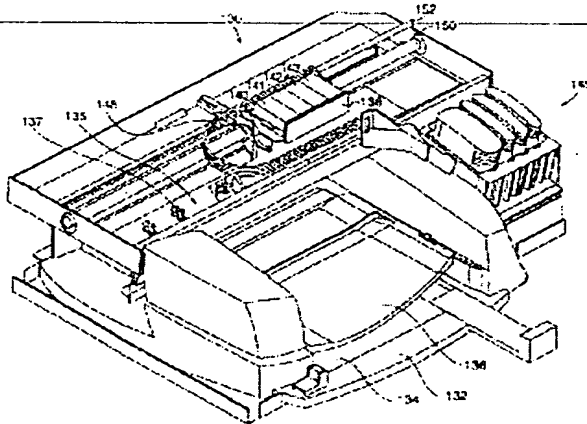
【図11】



【図12】



【図13】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINE(S) OR MARK(S) ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**